L'URANIUM AU CANADA

1989

ÉVALUATION

OFFRE

BESOINS

L'ÉNERGIE DE NOS RESSOURCES

NOTRE FORCE CRÉATRICE

L'URANIUM AU CANADA

ÉVALUATION EN 1989 DE L'OFFRE ET DES BESOINS

RAPPORT EP 89-3F
Septembre 1989

91-05083/

Préface

Ce rapport évalue les ressources en uranium du Canada au 1er janvier 1989. Il examine également l'évolution de l'industrie canadienne de l'uranium en 1987 et en 1988, et au cours des deux premiers trimestres de 1989. Afin de bien indiquer la période examinée, le titre du rapport porte la date de 1989. Le rapport présente ainsi les toutes dernières données officielles de la série biennale, à la suite du rapport de 1986.

Remerciements

Le Groupe d'évaluation des ressources en uranium (GERU) tient à exprimer sa reconnaissance à l'industrie minière canadienne de l'uranium, pour sa collaboration à la collecte des données, ainsi qu'aux représentants du ministère du Développement du Nord et des Mines de l'Ontario et du ministère de l'Énergie et des Mines de la Saskatchewan, pour l'aide qu'ils ont apportée à l'évaluation des ressources en uranium dans leurs juridictions respectives.

Il aurait été impossible d'interpréter les données sur les ressources sans la contribution de messieurs A. Fustos, A. Boyer, D. Walsh et R. Boyle du Centre canadien de la technologie des minéraux et de l'énergie (CANMET) ainsi que de celle de messieurs V. Ruzicka, S.S. Gandhi, R.T. Bell et N. Prasad de la Commission géologique du Canada du ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources.

Also available in English

Publié sous l'autorité
du Ministre de l'Énergie, des Mines et des Ressources du Canada

Distribution sur demande :
Direction des communications
Énergie, Mines et Ressources Canada
580, rue Booth
Ottawa (Ontario) K1A 0E4

Téléphone : (613) 995 - 3065
Télécopieur: (613) 996 - 9094

Ministre des Approvisionnements et Services Canada 1989
N° de cat. M23 - 11/5 - 1989F
ISBN 0 - 662 - 95691 - 5

TABLE DES MATIÈRES

	Page
FICHE TECHNIQUE SUR L'INDUSTRIE CANADIENNE DE L'URANIUM	vi
RÉSUMÉ À L'INTENTION DE LA DIRECTION	1
I. PERSPECTIVES À COURT TERME	
1. APPROVISIONNEMENTS	
A) Sources	3
Ressources mesurés, indiqués et présumés	3
B) Disponibilité de l'uranium	5
Installations existantes	5
Capacité théorique de production	9
Potentiel de production supplémentaire	10
2. BESOINS	
A) Le programme nucléaire canadien	13
B) Ventes d'uranium : obligations contractuelles	14
C) Perspectives commerciales à court terme	15
II. PERSPECTIVES À LONG TERME	
1. APPROVISIONNEMENTS	
A) Sources	17
Ressources pronostiquées	17
Ressources spéculatives	17
Travaux d'exploration	19
B) Disponibilité de l'uranium	21
2. BESOINS	
A) Perspectives de croissance de l'énergie nucléaire dans le monde	22
B) Exigences pour l'industrie productrice d'uranium	23
ANNEXE 1 Statistiques sur l'exploration d'uranium	25
ANNEXE 2 Définitions : types de ressources et terminologie de la production	28
ANNEXE 3 La politique canadienne sur l'exportation de l'uranium	34
ANNEXE 4 Participation étrangère dans le secteur de l'exploitation de l'uranium	35
ANNEXE 5 Facteurs de conversion énergétique	35
RÉFÉRENCES	37

FIGURES

		Page
Figure 1.	Production canadienne de combustibles minéraux en 1988	2
Figure 2.	Gisements d'uranium au Canada	3
Figure 3.	Propriété et production d'uranium canadien, 1988	5
Figure 4.	District de production d'Elliot Lake (Ontario)	7
Figure 5.	Gisements d'uranium du bassin d'Athabasca (Saskatchewan)	8
Figure 6.	Capacité canadienne de production d'uranium comparée aux besoins en combustible des réacteurs	10
Figure 7.	Production d'uranium du monde occidental	12
Figure 8.	Livraisons prévues d'uranium canadien sur les marchés d'exportation	15
Figure 9.	Secteurs du pays susceptibles de mener à la découverte de gisements de type Olympic Dam	18
Figure 10.	Tendances des dépenses engagées dans l'exploration d'uranium au Canada	20
Figure 11.	Part du secteur nucléaire dans la production d'électricité : pays choisis, 1988 et 2000	22
Figure A-1.	Grille de classification des ressources en uranium récupérable	30

TABLEAUX

		Page
Tableau 1.	Estimations des ressources canadiennes en uranium récupérable à partir du minerai exploitable, du 1er janvier 1987 au 1er janvier 1989	4
Tableau 2.	Caractéristiques opérationnelles des centres existants de production d'uranium au Canada en 1988	6
Tableau 3.	Main-d'oeuvre et producteurs canadiens d'uranium	9
Tableau 4.	Capacité théorique de production des exploitations d'uranium existantes au Canada	9
Tableau 5.	Centres éventuels de production d'uranium	11
Tableau 6.	Centrales nucléaires au Canada	13
Tableau 7.	Estimations des besoins annuels en uranium du Canada	14
Tableau 8.	Uranium canadien exporté en vertu de contrats d'exportation	14
Tableau 9.	Exportations d'uranium d'origine canadienne	16
Tableau 10.	Estimations des ressources pronostiquées en uranium contenu dans le minerai exploitable au Canada	17
Tableau 11.	Travaux d'exploration d'uranium au Canada, de 1976 à 1988	19
Tableau 12.	Projections sur la capacité théorique de production en fonction des gîtes connus au Canada	21

FICHE TECHNIQUE SUR L'INDUSTRIE CANADIENNE DE L'URANIUM

	1988	1987	1986	1985
Estimations des ressources connues d'uranium récupérable à partir du minerai exploitable (000 tU)	544	559	567	545
Production primaire (tU)				
Ontario -Elliot Lake (Rio Algom)	2 349	2 405	2 813	2 840
-Elliot Lake (Denison)	1 876	1 809	2 015	2 112
Saskatchewan				
-Key Lake (CAMECO/Uranerz)	4 629	5 199	4 834	4 270
-Rabbit Lake (CAMECO)	2 679	2 193	1 227	824
-Cluff Lake (Amok/CAMECO)	860	829	834	834
Total de la production primaire (tU)	***12 393****	***12 435***	***11 723***	***10 880***
Part de la production du monde occidental *(%)*	34	34	32	31
Besoins des centrales nucléaires canadiennes (tU)	1 700	1 500	1 400	1 300
Livraisons des producteurs de l'Ontario (tU)	4 543[P]	4 901	4 752	4 499
Valeur des livraisons en millions de $ CAN	523[P]	581	566	553
Livraisons des producteurs de la Saskatchewan (tU)	8 690[P]	8 711	6 750	5 942
Valeur des livraisons en millions de $ CAN	585[P]	601	476	450
Total des livraisons des producteurs (tU)	***13 233[P]***	***13 612***	***11 502***	***10 441***
Valeur des livraisons en millions de $ CAN	***1 108[P]***	***1 182***	***1 042***	***1 002***
Prix moyen des livraisons en vertu de contrats d'exportation				
($ CAN/kgU)	79	79	89	91
($ US/lb U_3O_8)	25	23	25	26
Proportion des ventes au comptant des livraisons en vertu de contrats d'exportation (%)	13	35	21	20
Prix annuel moyen, marché au comptant "NUEXCO" ($ US/lb U_3O_8)	14,55	16,78	17,00	15,60
Contrats d'exportation d'ùranium canadien révisés et acceptés durant l'année (tU)	11 097[r]	7 247[r]	9 687[r]	11 440[r]
Exportations réelles d'uranium d'origine canadienne (tU)	10 434	12 789	8 443	7 888
Dépenses d'exploration (uranium) au Canada en millions de $ CAN	59	37	33	32
Nombre d'emplois au 31 décembre (Mine + usine + général)	4 730	4 825	5 080	5 333

**En 1988, 73 tU additionnelles étaient récupérées par les producteurs d'Elliot Lake à partir des déchets d'usine provenant du raffinage et de la transformation.*

[P] *Données préliminaires*

[r] *Chiffre révisé*

RÉSUMÉ À L'INTENTION DE LA DIRECTION

Le Canada est le premier producteur et exportateur d'uranium au monde. En 1988, les cinq producteurs canadiens d'uranium ont signalé une production record de concentré, soit 12 470 tonnes métriques d'uranium (tU) ou environ le tiers de la production totale du monde occidental. En 1988, les livraisons réalisées par les cinq producteurs ont excédé 13 200 tU, évaluées à 1,1 milliard de dollars canadiens. La plus grande partie de la production canadienne d'uranium est disponible à l'exportation à des fins pacifiques puisque environ 15 % de la production canadienne suffit à répondre aux besoins du Canada.

Malgré quelques incertitudes à l'égard des marchés en 1988, les six commerçants d'uranium au Canada ont signé de nouveaux contrats de vente d'environ 11 000 tU. La plus grande partie de ces ventes sont destinées aux États-Unis, qui est maintenant le principal client importateur d'uranium du Canada. L'entrée en vigueur de l'Accord de libre-échange entre le Canada et les États-Unis [1/2] profite aux deux pays et permet à l'industrie de l'uranium de prendre de l'expansion dans un environnement de marché libre.

Les exportations annuelles d'uranium d'origine canadienne ont atteint leur sommet en 1987 avec un total de 12 790 tU, pour ensuite baisser à 10 430 tU en 1988. Au début de 1989, les engagements contractuels à terme sur les marchés intérieur et extérieur atteignaient 70 000 tU et 60 000 tU respectivement.

En 1988, l'industrie canadienne de l'uranium était restructurée et consolidée grâce à des fusions et à des achats. Il faut noter, entre autres, la création de CAMECO - corporation canadienne d'énergie et d'exploitation minière. De plus, trois autres projets étaient en très bonne voie de réalisation. La nouvelle politique canadienne sur la participation de non-résidants dans le secteur de l'exploitation minière de l'uranium, annoncée à la fin de 1987 et conçue pour encourager l'investissement canadien et étranger, devrait faciliter le financement de la mise en valeur des gisements d'uranium canadiens découverts récemment.

Doté d'une bonne part des ressources mondiales connues en uranium et rentables sur le plan économique, le Canada demeure au centre des activités internationales d'exploration de l'uranium. Le bassin d'Athabasca dans le nord de la Saskatchewan est le lieu le plus prometteur pour la découverte de gisements peu coûteux, à haute teneur en uranium.

L'exploration de l'uranium au Canada et les efforts de mise en valeur entrepris en 1987 et en 1988 ont mené à la découverte d'importantes ressources uranifères, mais ces dernières n'ont tout de même pas remplacé la production record de cette période de deux ans. Comme l'indique le tableau suivant, les estimations de l'ensemble des ressources au mois de janvier 1989 étaient moins élevées de 4 % par rapport à celles de janvier 1987.

Principales catégories de ressources	*Tonnes U* récupérables à partir du minerai exploitable*	
	87-01-01	**89-01-01**
Mesurées	70 000	65 000
Indiquées	235 000	224 000
Présumées	262 000	255 000
Total	**567 000**	**544 000**

** Une tonne métrique d'uranium élémentaire (U), que l'on abrège comme suit tU, est équivalente en termes de contenu d'uranium à 1,2999 tonne courte d'oxyde d'uranium (U_3O_8).*

Au Canada, les dépenses engagées dans l'exploration de l'uranium ont atteint 37 millions de dollars canadiens en 1987 et ont bondi à 59 millions de dollars canadiens en 1988. Cette augmentation est principalement dûe aux programmes d'exploration minière des projets de Cigar Lake et de Midwest en Saskatchewan. Cette exploration souterraine comprenait le forage de puits aux deux sites en 1988. Bien que les dépenses de 1988 se soient situées bien en-dessous du total de 130 millions de dollars calculé pour 1979, elles sont tout de même significatives et l'on s'attend qu'elles demeurent au-dessus du niveau de 50 millions de dollars en 1989. Ensemble, les forages d'exploration et la mise en valeur en surface ont atteint, en 1987 et en 1988, 164 000 m et 202 000 m respectivement, et plus de 85 % de ces travaux ont été effectués en Saskatchewan.

Les perspectives à court terme pour l'industrie de l'uranium sont quelque peu incertaines. De 1987 au milieu de 1989, les prix du marché au comptant ont atteint leur plus bas niveau en dollars constants et une reprise ne semble pas imminente. La production canadienne d'uranium en 1989 pourrait bien se situer en-dessous du niveau de 1988, car les conditions médiocres du marché ont incité CAMECO à annoncer des réductions de personnel et certains producteurs ont prolongé, cet été, leur période de fermeture temporaire. Si l'on se fie uniquement aux centres de production existants, il a été prévu que la capacité de production annuelle du Canada pourrait être de moins de 12 000 tU avant la fin des années 1990. Cependant, si les conditions du marché s'améliorent et si les délais le permettent, la capacité de production pourait être augmentée au-delà des 15 000 tU d'ici la fin de la deuxième moitié des années 1990.

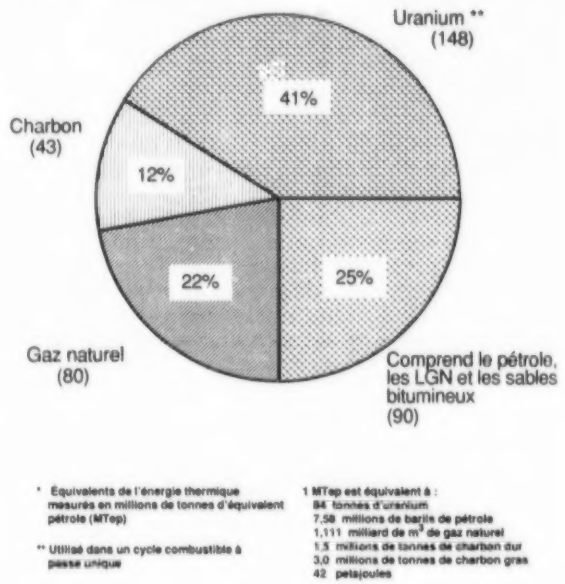
Alors que la plupart des analystes prévoient un besoin de production de nouveaux projets uranifères à compter du milieu des années 1990, il est difficile de préciser à quel moment ces besoins se feront sentir. L'on s'attend que les besoins en uranium du monde occidental excèdent 47 000 tU par an avant l'an 2000.

À moyen terme, les ressources uranifères connues au Canada sont plus que suffisantes pour répondre, durant trente ans, aux besoins en combustible des réacteurs canadiens qui sont en exploitation ou qui entreront en service d'ici la fin des années 1990. Une large portion des ressources uranifères connues au Canada sont donc en surplus par rapport aux besoins canadiens et sont disponibles à l'exportation.

À long terme, les possibilités de découvrir des ressources uranifères supplémentaires au Canada sont nombreuses. Grâce à une demande accrue, une grande partie de ces ressources seront sans doute explorées et mises en valeur. Il est certain que le Canada sera en mesure de répondre à ses propres besoins ainsi qu'à ceux de ses partenaires commerciaux pour plusieurs années à venir.

L'importance de l'uranium comme source d'énergie est démontrée à la figure 1, qui compare les équivalents d'énergie thermique produits par les

Figure 1 : *Production canadienne de combustibles minéraux en 1988*



SOURCE : DUEN/EMR

combustibles fossiles au Canada en 1988 avec les équivalents liés à l'uranium utilisé dans le cycle de combustible à passage unique des réacteurs nucléaires. Comme la figure l'indique, la production uranifère canadienne correspond, pour ce qui est de l'énergie thermique, aux deux tiers de l'ensemble de la production canadienne de pétrole, de gaz naturel et de charbon. Les cycles avancés de combustible, tels que le retraitement et le recyclage du combustible de réacteur nucléaire, pourraient augmenter considérablement l'énergie produite par chaque kilogramme d'uranium exploité.

I. PERSPECTIVES À COURT TERME

1. APPROVISIONNEMENTS

A) Sources

Ressources mesurés, indiqués et présumés

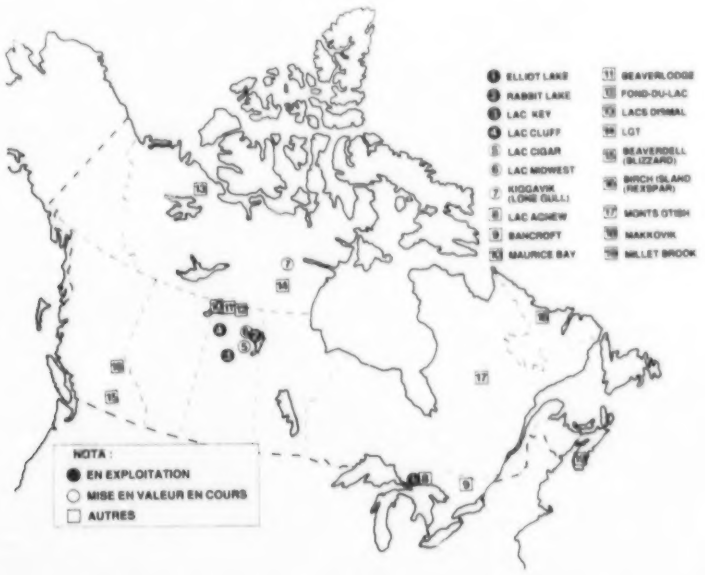
Au cours des dix à quinze prochaines années, les approvisionnements canadiens en uranium proviendront de ressources connues dont les estimations sont subdivisées, selon le degré de certitude accordé aux quantités précisées, en trois catégories principales : mesurées, indiquées et présumées. Ces ressources sont pour la plupart associées aux gisements situés dans les régions indiquées à la figure 1. Le tableau 1 présente les évaluations des ressources (toutes catégories) d'uranium préparées par le Groupe d'évaluation des ressources en uranium (GERU) d'Énergie, Mines et Ressources Canada (EMR).

La comparaison des évaluations des ressources canadiennes d'uranium [3] (voir tableau 1) révèle que les ressources additionnelles provenant des nouvelles découvertes n'ont pas totalement remplacé la production record au cours de la période d'évaluation de deux ans. La réduction nette dans les trois catégories de ressources indique que la production actuelle puise à même les réserves, principalement dans celles dont les prix sont inférieurs.

La figure 2 identifie les principaux gisements d'uranium.

Des ressources mesurées, indiquées et présumées du Canada présentées au tableau 1, plus de la moitié se trouvent dans des gisements liés à des discordances stratigraphiques, surtout dans le nord de la Saskatchewan. Ces gisements renferment une

Figure 2 : *Gisements d'uranium au Canada*



SOURCE : DUEN/EMR

minéralisation monométallique (Eagle Point) ou polymétallique (Key Lake et Cigar Lake) associée à la discordance sous la formation d'Athabasca.

Dans les gisements monométalliques, on trouve surtout une minéralisation de pechblende alors que les gisements polymétalliques renferment principalement des assemblages d'uranium-nickel-cobalt. La teneur moyenne en uranium varie et peut être inférieure à 1 % ou atteindre de 2 à 5 %, voire même plus de 10 %, dans certains gisements de Cigar Lake.

La plupart des autres ressources connues du Canada sont comprises dans des conglomérats de quartz-galets que l'on trouve surtout dans la région d'Elliot Lake en Ontario. Le minerai est situé dans plusieurs couches et renferme des teneurs variant en moyenne de 0,05 à 0,1 % d'uranium.

***Tableau 1*. Estimations des ressources canadiennes en uranium récupérable à partir du minerai exploitable[1], du 1er janvier 1987 au 1er janvier 1989**

(En milliers de tonnes d'uranium)

Catégories de prix pour l'évaluation du minerai exploitable[2]	Mesurées		Indiquées		Présumées	
	87-01-01	*89-01-01*	*87-01-01*	*89-01-01*	*87-01-01*	*89-01-01*
A	46	41	107	98	112	109
B	1	2	95	94	99	95
A + B	47	43	202	192	211	204
C	23	22	33	32	51	51
A + B + C	70	65	235	224	262	255

[1] *Les pertes réelles ou prévues en cours d'extraction et de traitement ont été déduites, et on a tenu compte de chacun des postes pour les ressources provenant de centres de production existants ou éventuels. Dans le cas des mines souterraines, le minerai exploitable représente habituellement de 75 à 85 % du minerai en place. On peut obtenir des taux de récupération plus élevés dans des mines à ciel ouvert. Au Canada, on réussit à récupérer au traitement entre 90 et 97 % du minerai et le taux de récupération pondéré moyen à l'usine pour les installations classiques existantes au pays a été de 96 % en 1988.*

[2] *La gamme des prix est : A) 100 $/kg U ou moins; B) entre 100 et 150 $/kg U , et C) entre 150 et 300 $/kg U, Les prix donnés en dollars canadiens se rapportent au prix d'une certaine quantité de concentrés d'uranium contenant 1 kg d'uranium élémentaire. Ils ont servi à déterminer la teneur économiquement exploitable de chaque gisement évalué, en tenant compte des méthodes d'extraction utilisées et des pertes prévues en cours de traitement. Le GERU a adopté le prix de 100 $/kg U afin de représenter les ressources qui semblaient intéressantes sur le plan économique pour le Canada en 1986 et en 1988.*

1 $/lb U_3O_8 = 2,6 $/kg U

B) Disponibilité de l'uranium

Installations existantes [4]

Au mois de février 1988, le gouvernement canadien et celui de la Sakatchewan signaient une entente visant la fusion et la privatisation subséquente de l'Eldorado Nucléaire Limitée et de la Saskatchewan Mining Development Corporation, leurs sociétés d'État respectives dans le secteur de l'uranium. La fusion, en vigueur le 30 septembre 1988, a créé une immense compagnie intégrée d'extraction et de traitement de l'uranium, dont le siège social est situé à Saskatoon (Saskatchewan). Mieux connue sous le nom de CAMECO - corporation canadienne d'énergie et d'exploitation minière, la nouvelle entreprise emploie plus de 1 000 personnes et détient des actifs évalués à 1,5 milliard de dollars. Elle rivalise avec une entreprise française la Compagnie générale des matières nucléaires (COGEMA) pour le titre de premier producteur d'uranium totalement intégré.

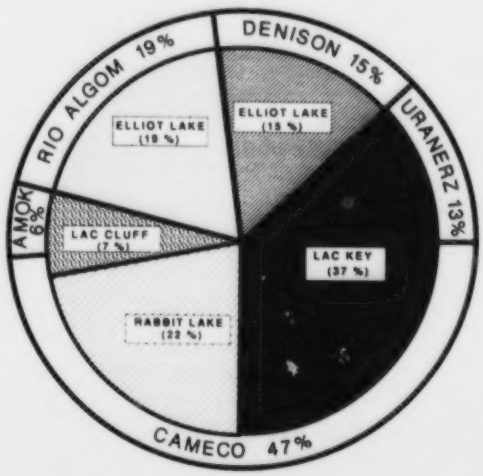
À la fin de 1988, le Canada comptait cinq producteurs d'uranium primaire : Rio Algom Limitée, Denison Mines Limited, Cluff Mining, Key Lake Mining Corporation (KLMC) et CAMECO. La figure 3 indique la production et la propriété des centres canadiens de production en 1988. Les principales données sur ces centres de production uranifères sont présentées au tableau 2.

Rio Algom et Denison exploitent des mines souterraine classiques dans la région d'Elliot Lake (Ontario). Pour récupérer l'uranium, les deux entreprises utilisent des techniques de lixiviation sur place. Les trois autres producteurs sont situés au nord de la Sakatchewan, dans la région de l'Athabasca. CAMECO, KLMC et Cluff Mining exploitent toutes trois des mines à ciel ouvert, mais Cluff Mining exploite également des mines souterraines.

En 1988, la production d'uranium primaire a dépassé 12 390 tU et, grâce aux 73 tU supplémentaires récupérées en Ontario par la tranformation et le traitement des déchets d'usine de CAMECO, la production totale canadienne a atteint un nouveau niveau record. La production primaire était à la hausse en Ontario mais à la baisse en Saskatchewan.

Selon des estimations préliminaires, les producteurs canadiens ont livré, en 1988, 13 233 tU, évaluées à 1,1 milliard de dollars. La différence entre la production annuelle et les données sur les livraisons indique les quantités en inventaire.

Figure 3 : *Propriété et production d'uranium canadien, 1988*



PRODUCTION PRIMAIRE DE 1988 ≈ 12 400 TONNES D'URANIUM

SOURCE : DUEN/EMR

Activités à Elliot Lake (Ontario)

En 1988, Denison Mines Limited et Rio Algom Limitée ont encore augmenté leur production primaire grâce à la fois à la lixiviation sur place (souterraine) et par le traitement des déchets provenant du raffinage et de la transformation. Denison terminait plus tôt que prévu l'accès souterrain à sa concession contiguë, la Canuc, et y commençait l'extraction en 1989.

Tableau 2. **Caractéristiques opérationnelles des centres existants de production d'uranium au Canada en 1988**

Société et emplacement de l'usine	Type de gisement[a] et méthode[b] d'extraction	Usine de traitement*			
		Méthode[c] et taux de récupération (%)	Capacité nominale/ minerai traité (en tonnes/ jour)	Production annuelle (en tonnes)	Teneur moyenne en U du minerai traité (% U)
Cluff Mining-Phase II Cluff Lake (Saskatchewan)	AD/CO/ST	LA/ES/96	+900/1 000	183 000	0,49
Denison Mines Limited Elliot Lake (Ontario)	Cong/ST/LMP	LA/EI/94	7 700/7 700	2 572 000	0,08
CAMECO - corporation canadienne d'énergie et d'exploitation minière Rabbit Lake (Saskatchewan)	AD/CO	LA/ES/96	1 800/1 600	388 000	0,72
Key Lake Mining Corporation Key Lake (Saskatchewan)	AD/CO	LA^2/ES/98	+700/+700	242 000	1,94
Rio Algom Limitée Elliot Lake (Ontario)					
■ usine Quirke	Cong/ST/LMP	LA/EI/94	5 000/4 500	1 525 000	0,08
■ usine Panel	Cong/ST/LMP	LA/EI/95	3 000/3 000	978 000	0,08
■ usine Stanleigh	Cong/ST/LMP	LA/EI/95	+4 500/2 900	652 000	0,07

* *Données arrondies*

[a] *Types de gisement : conglomérat (Cong), allié aux discordances (AD)*

[b] *Méthodes d'extraction : souterraine (ST), à ciel ouvert (CO), lixiviation du minerai sur place (LMP)*

[c] *Méthodes de traitement du minerai : lixiviation à l'acide (LA), lixiviation à l'acide en deux étapes (LA^2), échange ionique (EI), extraction au solvant (ES)*

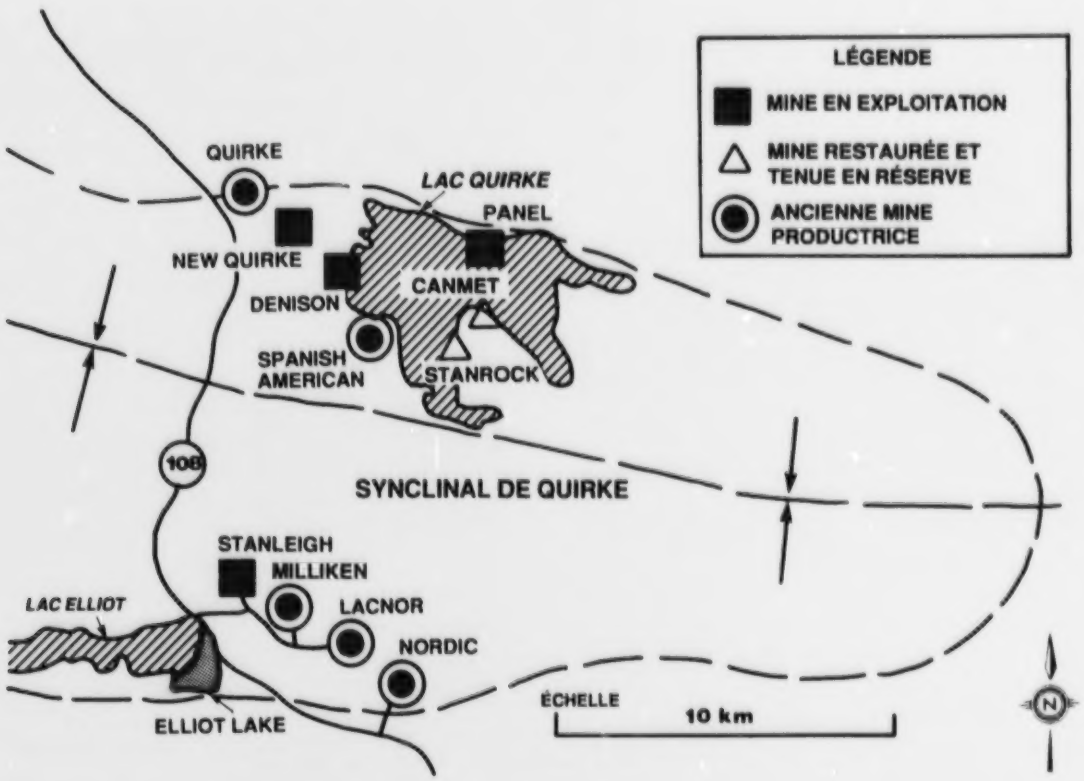
Sources : Rapports annuels des entreprises et de la Commission de contrôle de l'énergie atomique du Canada

En 1989, Rio Algom poursuivit la mise en valeur de ses concessions Milliken, Lacnor et Nordic, toutes trois tributaires de son usine Stanleigh. Le dénoyage de la mine Milliken a commencé en mai 1988 et sera terminé en 1990.

Les quatre centres de production en activité à Elliot Lake poursuivent leurs efforts de réduction des coûts et d'augmentation générale de la productivité. Les deux entreprises cherchent d'autres sources d'approvisionnement en uranium que leurs mines en exploitation. Denison évalue la faisabilité d'une production au milieu des années 1990 de son projet Midwest dans le nord de la Saskatchewan, et conserve sa concession de Koongarra en Australie en bon état. Aux États-Unis, Rio Algom a acheté de la Kerr-McGee Corporation des concessions uranifères au Wyoming ainsi que sa filiale en propriété exclusive, la Quivera Mining Company.

La figure 4 présente la région productrice d'uranium d'Elliot Lake en Ontario.

Figure 4 : *District de production d'Elliot Lake (Ontario)*



SOURCE : DUEN/EMR

Activités au bassin d'Athabasca (Saskatchewan)

Aux installations de Rabbit Lake, CAMECO recevait, en janvier 1988, l'approbation finale pour la mise en valeur du gisement de Eagle Point et des gîtes A et D à Collins Bay. Même si les gisements A et D pouvaient être exploités à ciel ouvert d'ici un an, il est probable que la mine souterraine de Eagle Point, plus importante, sera mise en service en premier, car elle pourra produire de l'uranium au cours d'une bonne partie du prochain siècle.

À la fin de 1988, les Explorations et Mines Uranerz Limitée achetaient de la société Explorations Noranda Limitée, sa part d'un tiers dans Eagle Point North; CAMECO détient les deux autres tiers d'Eagle Point North et Eagle Point South au complet.

En mars 1989, CAMECO annonçait qu'elle fermait pour six mois son usine de Rabbit Lake, à compter de juillet 1989, et éliminait 96 emplois à la mine. L'usine sera alors améliorée et les travaux de mise en valeur au gisement de Eagle Point South commenceront.

À Cluff Lake, quelque 5 000 tU ont été découvertes entre 1984 et 1987, et des tonnages importants ont depuis ce temps été identifiés dans le gisement de South Dominique-Janine. La société Cluff Mining recevait les approbations gouvernementales finales en octobre 1988 pour la mise en valeur de la mine à ciel ouvert de Dominique-Janine avant l'épuisement du minerai à la mine à ciel ouvert Claude en 1989. Cette mine ainsi que la mine souterraine Dominique-Peter ont toutes deux alimenté en minerai l'usine en 1988.

La figure 5 indique les principaux gisements d'uranium du bassin d' Athabasca dans le nord de la Saskatchewan.

Figure 5 : *Gisements d'uranium du bassin d'Athabasca (Saskatchewan)*

SOURCE : DUEN/EMR

Tableau 3. **Main-d'oeuvre et producteurs canadiens d'uranium**

Société *(mine)*	Employés *(mine/usine/général)*
Cluff Mining	180
Denison Mines Limited	1 670
CAMECO *(Rabbit Lake)*	350
Key Lake Mining Corporation	440
Rio Algom Limitée *(Quirke)*	1 050
(Panel)	570
(Stanleigh)	470
Total (31 décembre 1988)	**4 730**

La production à Cluff Lake demeure liée aux ventes. Le minerai était extrait seulement à toutes les deux semaines en 1988, mais la capacité de production a été rehaussée à 1 000 tonnes par jour, ce qui excède les niveaux de 1987. L'annonce au milieu de 1989 d'une fermeture prolongée de l'usine pourrait se répercuter sur la production en 1989 et en 1990.

Depuis le début de 1987, Cluff Mining a récupéré plus de 250 kg d'or des déchets de lixiviation produits durant la phase I des travaux. Les derniers déchets ont finalement été retraités en février 1988, le circuit spécial démantelé en avril, et le dernier lingot a été coulé en mai 1988.

Alors que la Key Lake Mining Corporation démantelait la mine à ciel ouvert Gaertner en 1988, elle préparait le gisement Deilmann, plus important, pour l'extraction en 1989. Le minerai entreposé provenant de la mine Gaertner alimentait l'usine au cours de 1988. À la suite de la fermeture estivale de l'usine à des fins d'inspection, on augmentait la production de minerai pour atteindre la cible de 4 600 tU pour l'année. Parce que le minerai Deilmann est davantage contaminé par le molybdène que le minerai Gaertner, un circuit spécial était installé à l'usine au milieu de 1989 pour éliminer le molybdène et conserver la qualité du produit.

À la fin mars 1989, CAMECO et le partenaire de KLMC, les Explorations et Mines Uranerz Limitée, en sont venus à une entente de principe selon laquelle CAMECO deviendra l'exploitant de la mine d'uranium de Key Lake. Les coûts d'exploitation seront réduits en intégrant les services de soutien des installations de Key Lake et de Rabbit Lake, dont les centres d'opérations sont situés à Saskatoon.

Environ 4 730 personnes étaient à l'emploi des sept centres canadiens de production d'uranium en décembre 1988 (voir tableau 3). De ce nombre, quelque 2 170 travaillaient dans des mines souterraines et à ciel ouvert, 610 travaillaient en usine et les autres employés faissaient du travail de bureau. Les employés du siège social et du secteur de la construction sont exclus.

Capacité théorique de production

Afin de donner un aperçu de la disponibilité de l'uranium à court terme, on a établi une projection de

Tableau 4. **Capacité théorique de production des exploitations d'uranium existantes au Canada**

Année	Projections fondées uniquement sur les prix A + B	A
	(production en tU)	
1989	11 400	11 400
1990	11 400	11 400
1991	12 200	12 200
1992	12 200	12 100
1993	12 100	12 000
1994	11 800	11 700
1995	11 600	10 000
1996	11 000	9 500
1997	10 700	9 100
1998	9 600	7 600

la capacité théorique de production du Canada jusqu'en 1998 (tableau 4, figure 6). Les scénarios sont fondés sur la capacité assurée de production, c'est-à-dire uniquement sur celles des centres de production existants, comme l'indique le tableau 2. La première projection est établie à partir des niveaux de production qui peuvent être atteints en pratique dans les circonstances actuelles en fonction des prix A et B; la seconde projection est établie en fonction des prix A seulement.

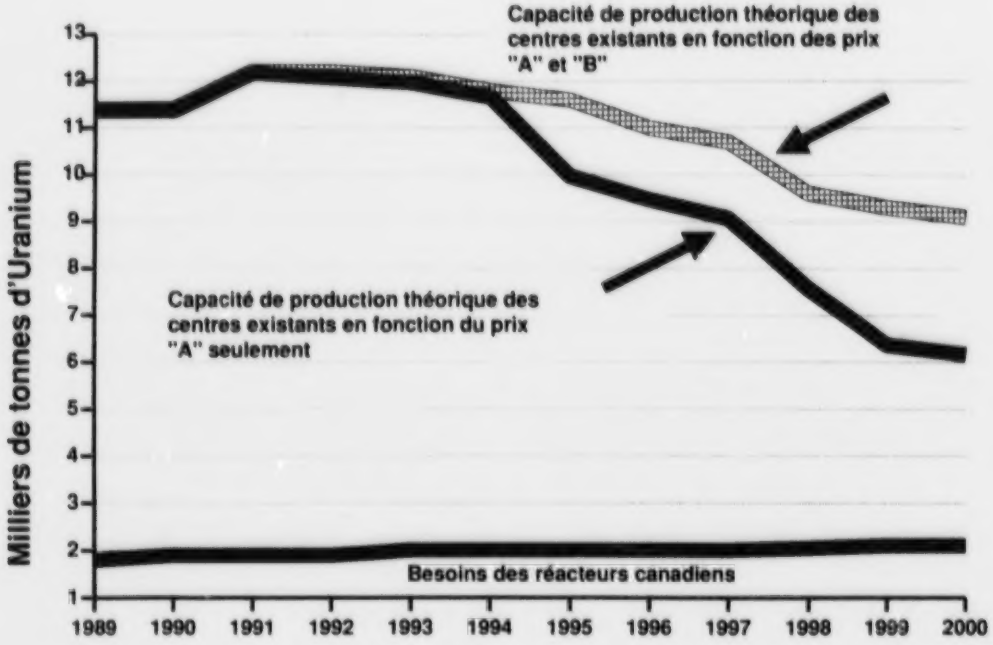
Ces centres de production pourraient être maintenus en activité par l'exploitation de ressources associées à des prix élevés, ou par l'ajout de ressources situées dans la catégorie de prix A plus B, provenant de l'exploration permanente et du travail de mise en valeur. La mise en service de centres de production autres que ceux qui sont actuellement en exploitation n'a fait l'objet d'aucun engagement sérieux.

Potentiel de production supplémentaire

En plus des centres de production existants déjà mentionnés, plusieurs projets pourraient entrer en production avant la fin des années 1990 si les conditions du marché le permettent. Ces projets sont indiqués au tableau 5.

Vers la fin de 1987, Cigar Lake Mining Corporation recevait les approbations liées à l'environnement et à l'exploration nécessaires pour entreprendre les essais d'exploration minière évalués à 40 millions de dollars à Cigar Lake dans le nord-est de la Saskatchewan. Le forage d'un puits profond de 500 m a commencé en septembre 1988. Avant la fin de l'année, les installations de surface et le chevalet d'extraction étaient mis en place. En août 1989, le puits atteignait presque 420 m de profondeur et on prévoyait y percer des galeries latérales pour des essais d'exploration. Ces

Figure 6 : *Capacité canadienne de production d'uranium comparée aux besoins en combustible des réacteurs*



SOURCE : DUEN/EMR

essais permettront de procéder aux dernières études de faisabilité en 1990-1991. Si le programme s'avère un succès, et sous réserve des approbations gouvernementales requises, la décision de construire une usine ou de transporter le minerai à Key Lake pour le traitement pourrait être prise en 1992. La production de 4 600 tU ne ne sera pas atteinte avant 1993. Cigar Lake, le gisement le plus important et le plus riche au monde, a des resssources géologiques connues dépassant 150 000 tU, d'une teneur moyenne en U de 10 %.

Au projet Midwest, au nord de Cigar Lake, la Denison Mines Limited va également de l'avant avec un programme de 18 millions de dollars pour tester les conditions du sol et les méthodes d'exploration minière à son gisement de Midwest Lake. Ayant obtenu les approbations gouvernementales en septembre 1988, Denison a creusé l'orifice du puits de 185 m de profondeur et a terminé le chevalet d'extraction avant la fin de l'année. En avril 1989, le puits était terminé et le forage des galeries latérales jusqu'au gisement débutait. Des essais d'extraction sont prévus durant la dernière moitié de 1989. Denison et ses partenaires PNC Exploration (Canada) Co. Ltd., les Explorations et Mines Uranerz Limitée et Bow Valley Industries Limited évaluent que, selon les ressources indiquées, le potentiel de production, après le milieu des années 1990, dépassera 20 000 tU d'une teneur en U de 1 %.

Dans les Territoires du Nord-Ouest, tout près de Baker Lake, Urangesellschaft Canada Limited espère mettre en valeur son projet Kiggavik afin d'entrer en production vers le milieu des années 1990. Vers la fin de 1988, CEGB Exploration (Canada) Ltd. achetait une part de 20 % dans ce projet. La décision d'aller de l'avant avec ce projet de 200 millions de dollars dépendra du marché de l'uranium, des résultats de la présente étude d'incidences environnementales, et de la recherche de partenaires en coentreprise.

Urangesellschaft a indiqué que les ressources étaient suffisantes pour assurer une production totale sur dix ans de 15 000 tU d'une teneur en U de 0,4 %. En juin 1989, la Comission d'évaluation environnementale nommée par le gouvernement émettait des lignes directrices pour un Énoncé des incidences environnementales (EIE). L'Énoncé sera soumis en novembre 1989 et les audiences publiques débuteront en 1990.

Tableau 5. **Centres éventuels de production d'uranium**

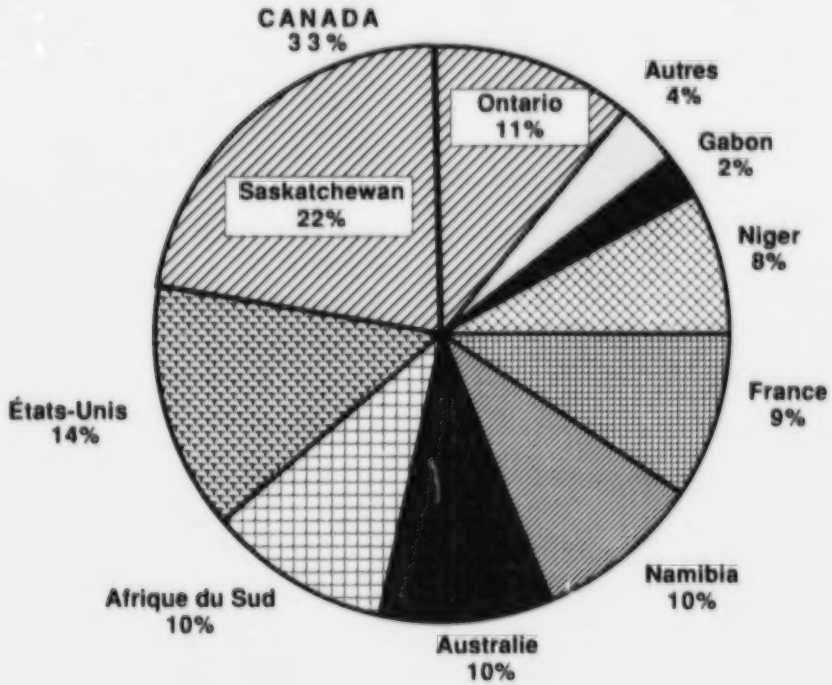
Type de projet	Exploitant	Gisement
SASKATCHEWAN		
Cigar Lake	Cigar Lake Mining Corporation	AD
Dawn Lake	CAMECO	AD
McClean Lake	Minatco Limitée	AD
Midwest Lake	Denison Mines Limited	AD
TERRITOIRES DU NORD-OUEST		
Kiggavik	Urangesellschaft Canada Limited	AD
TERRE-NEUVE		
Kitts-Michelin	Western Canadian Mining Corporation	FV
COLOMBIE-BRITANNIQUE		
Blizzard	Norcen Energy Ressources Limitée	G

AD : allié aux discordances
FV : filon et volcanogénique
G : grès

Selon l'évolution du marché international de l'uranium, certains des projets indiqués au tableau 5 pourraient être mis en vigueur afin d'augmenter la capacité totale de production du Canada au-delà des 15 000 tU annuelles au milieu des années 1990. Les coûts associés à quelques-uns de ces éventuels centres de production sont présentement incertains.

La figure 7 compare la production d'uranium canadienne en 1988 à celle des principaux producteurs occidentaux.

Figure 7 : *Production d'uranium du monde occidental*



TOTAL ESTIMATIF = 37 000 TONNES U

SOURCE : DUEN/EMR

2. BESOINS

A) Le programme nucléaire canadien

La détermination des besoins du Canada en uranium est fondée sur les prévisions de la puissance nucléaire installée (voir au tableau 6). Dans la deuxième moitié de 1989, la puissance nucléaire canadienne en exploitation, devant être mise en service d'ici 1993, était de 15 400 MWe. De plus, on envisage la mise en service d'un deuxième réacteur Candu à Point-Lepreau (Nouveau-Brunswick). Quatre réacteurs Candu pourraient être construits à l'est de Toronto, à Darlington, et on discute de la construction d'un réacteur Candu 3 en Saskatchewan. D'ici l'an 2000, la puissance totale installée au Canada pourrait augmenter à 16 000 MWe.

La politique canadienne sur la sécurité des approvisionnements intérieurs en uranium exige que la réserve d'uranium soit suffisante pour répondre, durant trente ans, aux besoins de combustible des centrales nucléaires canadiennes existantes, de celles qui doivent être mises en service et de celles qui sont prévues sur une période de dix ans.

Au cours des trente années prévues par la politique, on évalue à plus de 60 000 tU les besoins en uranium des réacteurs qui fourniront cette puissance de 16 000 MWe. L'introduction de méthodes de combustion améliorées permettra peut-être de réduire les besoins d'environ 15 %. Comme le montre le tableau 7, les besoins annuels, y compris la charge de combustibles des futurs réacteurs, sont maintenant censés passer de 1 800 tU/an en 1989 à environ 2 300 tU/an en 2005.

Il est possible de déterminer si les ressources canadiennes d'uranium suffisent aux besoins, en comparant les besoins intérieurs, évalués à plus de 60 000 tU, aux estimations des ressources récupérables (rajustées de façon prudente*) de tous les producteurs

Tableau 6. **Centrales nucléaires au Canada[a]**

Réacteurs	Propriétaires	Capacité réelle (MWe)	Date de mise en service
Pickering 1 à 4	Ontario Hydro	2 060	1971-1973
Bruce 1 à 4	Ontario Hydro	3 066	1977-1979
Point-Lepreau	Commission de l'énergie électrique du N.-B	635	1983
Gentilly 2	Hydro-Québec	638	1983
Pickering 5 à 8	Ontario Hydro	2 064	1983-1986
Bruce 5 à 8	Ontario Hydro	3 394	1984-1987
Darlington 1 à 4	Ontario Hydro	3 524	1989-1992[P]
Capacité réelle totale prévue en 1993		**15 381 MWe**	

[a] *Au milieu de 1989*

[P] *prévue*

Tableau 7. **Estimations des besoins annuels en uranium du Canada[e]**

Année	Tonnes U	Année	TonnesU
1989	1 800	1995	2 000
1990	1 900	2000	2 100
1991	1 900	2005	2 300

[e] *Estimations des besoins en combustible dans le cadre des programmes relatifs à l'énergie nucléaire d'Ontario Hydro, d'Hydro-Québec et de la Commission d'énergie électrique du Nouveau-Brunswick*

canadiens qui vendent de l'uranium. Au 1er janvier 1989, l'ensemble des ressources était largement supérieur à la somme de la demande intérieure des trente prochaines années et des obligations contractuelles. [* Voir l'annexe 2.]

B) Ventes d'uranium : obligations contractuelles

En 1988, les producteurs canadiens ont expédié (c'est-à-dire livré dans les comptes-clients) environ 13 233 tU évaluées à 1,1 milliard de dollars. Plus de 85 % des livraisons étaient destinées aux marchés d'exportation. En 1988, le prix moyen à l'exportation a été de 79 $ CAN le kgU. Près de 13 % des livraisons à l'étranger étaient payées au comptant comparativement à quelque 35 % en 1987, à 21 % en 1986 et à seulement 1,5 % en 1982.

À court terme, les besoins du Canada coïncident essentiellement avec ceux du programme nucléaire d'Ontario Hydro. Cette dernière a signé deux contrats, ratifiés en février 1978 par le gouvernement provincial, avec ses deux plus importants fournisseurs : Denison Mines Limited et Rio Algom Limitée. Elle pourra ainsi répondre à la quasi-totalité de ses besoins jusqu'au tournant du siècle, les livraisons s'échelonnant jusqu'en 2012 et 2020 respectivement. Des contrats sont également en vigueur pour répondre aux autres besoins intérieurs jusqu'à la fin du siècle. Au début de 1989, l'ensemble des obligations contractuelles visant la demande intérieure représentait 70 000 tU.

Le tableau 8 montre l'importance relative des acheteurs étrangers d'uranium canadien. Depuis la création du marché de l'uranium dans la deuxième moitié des années 1960, plus de 185 000 tU ont été vendues en vertu d'obligations contractuelles dans douze pays. Le total calculé à la fin de l'année 1988 réflète les livraisons prévues en vertu d'environ 225 contrats, dont un quart sont encore en vigueur.

De 1989 à 2003, les livraisons totales à l'étranger devraient dépasser les 61 000 tU. Les exportations réelles qui, en 1987 atteignirent 12 790 tU et en 1988 10 434 tU, étaient surtout destinées aux États-Unis, à l'Europe de l'Ouest et au Japon (voir tableau 9.)

Tableau 8. **Uranium canadien exporté en vertu de contrats d'exportation[a]**

Pays d'origine de l'acheteur[b]	Tonnes U
Allemagne de l'Ouest	15 126
Belgique	3 325
Corée du Sud	6 903
Espagne	3 559
États-Unis	57 718
Finlande	3 512
France	9 715
Italie	1 115
Japon	25 046
Royaume-Uni	8 293
Suède	8 977
Suisse	154
Total	**143 443**

[a] *Quantité d'uranium spécifiée dans tous les contrats révisés et acceptés en vertu de la politique canadienne en matière d'exportation d'uranium depuis le 5 septembre 1974. Les totaux de chaque pays sont ajustés pour refléter les nouveaux contrats et les contrats amendés au 1er janvier 1989.*

[b] *Dans la plupart des cas, indique le pays utilisateur.*

Le Japon est le plus important client du Canada depuis le début des années 1960. La Communauté économique européenne, l'Europe de l'Ouest et, plus récemment, les États-Unis constituent les autres clients d'importance. D'ailleurs, pour ce qui est des exportations prévues (voir figure 8), les É.-U. sont maintenant le client le plus important du Canada.

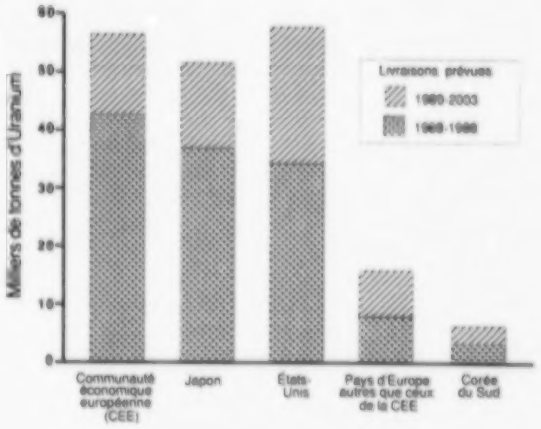
En 1988, les États-Unis ont négocié avec les producteurs canadiens la plus grande partie des ventes de 11 000 tU, en vertu principalement de contrats à long terme. De telles obligations contractuelles à long terme sont essentielles à la prospérité de l'industrie de l'uranium.

C) Perspectives commerciales à court terme

Les prévisions relatives à l'offre et à la demande de produits minéraux sont très subjectives, et celles qui concernent l'uranium le sont également. Les perspectives à très court terme seront influencées par des facteurs politiques et commerciaux nombreux et complexes. Parmi les plus importants, on distingue le niveau réel des inventaires à la consommation en surplus et les politiques relatives à leur disponibilité, les politiques d'achat spécifiques des services publics, et l'intensité de la participation des courtiers en uranium sur le marché au comptant.

L'aboutissement des discussions actuelles en Australie au sujet de la politique de mise en valeur de l'extraction uranifère, l'aptitude des producteurs dotés d'une capacité sur demande à remettre en marche leurs exploitations, la réussite des efforts de vente d'uranium par l'Ouest à l'URSS et à la République populaire de Chine, et, bien entendu, les incidences de tous ces facteurs sur les prix de l'uranium, sont d'autres facteurs d'importance.

Figure 8 : *Livraisons prévues d'uranium canadien sur les marchés d'exportation*



SOURCE : DUEN/EMR

Bien que la plupart des analystes du marché prévoient qu'il y aura un besoin pour de nouveaux projets de production d'uranium à compter de la deuxième moitié des années 1990, ce besoin reste difficile à dater avec précision.

Tableau 9. **Exportations d'uranium d'origine canadienne**

Destination finale	Uranium contenu[a] (en tonnes)						
	1982	**1983**	**1984**	**1985**	**1986**	**1987**	**1988**
Allemagne de l'Ouest	471	490	295	269	654	1 317	806
Belgique	85	-	121	157	63	-	153
Corée du Sud	74	94	30	194	402	828	874
Espagne	110	-	-	-	150	150	100
États-Unis	4 852[b]	860	2 397	3 524	3 692	6 063	4 682
Finlande	96	179	137	81	116	142	151
France	-	435	525	612	1 013	1 438	964
Italie	143	-	50	53	301	293	-
Japon	718	663	2 436	1 799	816	1 317	717
Pays-Bas	-	-	-	-	85	40	-
Royaume-Uni	379	675	692	685	700	824	1 204
Suède	889	613	254	514	449	377	783
Turquie	-	-	-	-	2	-	-
Total	**7 817**	**4 009**	**6 937**	**7 888**	**8 443**	**12 789**	**10 434**

[a] *Certaines quantités d'uranium ont d'abord été expédiées à des pays intermédiaires, entre autres la France, les États-Unis et l'URSS, pour être enrichies et ensuite acheminées vers leur destination finale.*

[b] *La majeure partie de cette quantité représente l'uranium que les Ressources Eldorado Limitée (maintenant partie de CAMECO) ont échangé lors de l'achat des installations de Rabbit Lake.*

Source : Commission de contrôle de l'énergie atomique du Canada

II. PERSPECTIVES À LONG TERME

1. APPROVISIONNEMENTS

A) Sources

Les ressources décrites dans la partie I du rapport continueront d'alimenter la production canadienne jusqu'au début du siècle prochain. Même si certains gisements actuellement exploités seront alors épuisés, les ressources d'autres centres garantiront la production au cours du prochain siècle. De plus, plusieurs des découvertes récentes pourront également être mises en valeur et exploitées avant la fin du siècle. Les ressources connues à prix plus élevés pourraient être aussi mises à contribution, si les conditions du marché le justifaient. Enfin, il existe un important potentiel de découvertes additionnelles.

Il importe d'insister sur la distinction à faire entre les deux types de ressources " non découvertes " : pronostiquées et spéculatives. Par ressource "pronostiquée ", on entend l'uranium qui est censé se trouver dans des zones géologiques bien définies associées à des gisements connus. Les ressources "spéculatives " représentent l'uranium que l'on croit pouvoir trouver dans les régions non exploitées ou dans les régions où l'on ne connaît que la présence de venues de minerai. Les estimations du premier type sont relativement sûres en raison de la proximité de gisements déterminés bien délimités ou d'association étroite avec ceux-ci.

Ressources pronostiquées

L'évaluation des ressources pronostiquées canadiennes en uranium au 1er janvier 1989 et au 1er janvier 1987 sont présentées au tableau 10. La dernière évaluation du GERU relative aux ressources pronostiquées a fait état d'une augmentation de 6 % de l'estimation totale, et d'environ 12 % des ressources de prix inférieur <<A>>. Les augmentations proviennent essentiellement de l'exploration du bassin d'Athabasca en Saskatchewan, particulièrement du flanc du dôme Dominique, à l'intérieur de la formation Carswell, et du flanc du dôme de Collins Bay où Minatco a fait sa récente découverte connue sous le nom de zone Sue. Il est évident d'après les concentrations des récentes découvertes dans le bassin d'Athabasca que les gîtes liés à la discordance du Protérozoïque sont maintenant les principales cibles des travaux d'exploration. Les ressources pronostiquées ont également été révisées à l'extension ouest de la zone Quirke, à Elliot Lake (Ontario), une concession de Rio Algom et de Denison.

Tableau 10. **Estimations des ressources pronostiquées en uranium contenu dans le minerai exploitable au Canada[a]**

Fourchette de prix pour l'évaluation du minerai exploitable[b]	En milliers de tonnes U	
	87-01-01	89-01-01
A	138	154
B	118	120
C	103	107
A + B + C	**359**	**381**

[a] *La quantité d'uranium récupérable du minerai sera moindre à cause des pertes en cours de traitement.*

[b] *Échelle des prix utilisée dans l'estimation : A) 100 $/kg U ou moins, B) 100 à 150 $/kg U, et C) 150 à 300 $/kg U.*

Ressources spéculatives

Il existe au pays beaucoup d'autres régions favorisant la présence d'uranium en plus des ressources associées aux gisements connus. Dans la présente évaluation, certaines ressources de la catégorie spéculative ont été déplacées dans les catégories " mieux définies ", alors que d'autres ont été éliminées, étant jugées de faible intérêt économique dans un avenir prévisible. Les ressources déplacées dans les catégories mieux définies étaient situées surtout dans le bassin d'Athabasca et elles représentent une perte de 2 % dans la catégorie

spéculative au cours des deux dernières années. Cependant, de nouvelles régions favorables ont été découvertes et ces pertes ont été compensées. Ainsi, les estimations établies pour la présente évaluation montrent que les ressources spéculatives au Canada représentent encore un million de tonnes d'uranium.

Les estimations des ressources spéculatives sont fondées sur la production antérieure du Canada, sur la répartition des gisements d'uranium connus et sur l'interprétation des structures géologiques choisies selon des modèles conceptuels [5]. La géologie de ces ressources serait comparable à celles de ressources de gîtes connus et réputés exploitables à 300 $/kg U ou moins. D'autres ressources pourraient exister dans les régions qui n'ont pas encore été évaluées. La plupart de ces ressources spéculatives se trouvent dans des gîtes liés à des discordances.

On répertoriera peut-être de nouvelles régions uranifères au pays à mesure que s'approfondira l'étude des milieux géologiques analogues à l'étranger. Les régions où les possibilités de découvertes de gîtes polymétalliques de type Olympic-Dam sont les plus fortes parsissent à la figure 9 [6]. Ces régions sont la province des Esclaves (Territoires du Nord-Ouest), la ceinture comprise entre le bassin d'Athabasca (dans le nord de la Saskatchewan) et la région du lac Baker et du bassin de la rivière Thelon (Territoires du Nord-Ouest); la ceinture minérale centrale dans la province de Nain (Labrador), les montagnes Wernecke (Yukon) et, peut-être, l'extrémité nord de l'île Baffin.

L'Est et l'Ouest du pays présentent également un faible potentiel de découvertes de ce qu'on appelle de <<jeunes gisements uranifères>>. De tels dépôts, situés près de la surface et à faible teneur d'uranium, sont difficiles à répérer par les méthodes classiques de détection aux rayons gamma. Dans la région semi-aride de l'Okanagan (Colombie - Britannique), des dépôts contenant un millier de tonnes d'uranium pouraient présenter un intérêt économique. Les dépôts des régions de marécages et de tourbières du nord de la Colombie-Britannique, du Manitoba, du

Figure 9 : *Secteurs du pays susceptibles de mener à la découverte de gisements de type Olympic Dam*

SOURCE : CGC/EMR

Nouveau-Brunswick et de Terre - Neuve, qui ne renferment que quelques dizaines de tonnes d'uranium, ne présentent sans doute que peu d'intérêt économique.

Travaux d'exploration

En termes de dépenses totales, les travaux d'exploration au Canada ont engagé environ 35 millions de dollars par an de 1984 à 1987. Cependant, en 1988, les dépenses d'exploration ont atteint 59 millions de dollars et elles étaient liées surtout aux travaux d'exploration avancée des projets de Cigar Lake et de Midwest, où le forage de puits était en cours en 1988. Les forages d'exploration et de mise en valeur en surface ont augmenté légèrement en 1987, de 162 000 m en 1986, mais ils ont grimpé de 22 % en 1988 jusqu'à 200 000 m, alors que les travaux se concentraient sur les concessions sûres et mises en valeur.

En 1988, les dix sociétés* les plus actives ont engagé 98 % des dépenses de 59 millions de dollars; il s'agit, en ordre alphabétique, de Amok Ltée, CAMECO - corporation canadienne d'énergie et d'exploration minière, Cigar Lake Mining Corporation, COGEMA Canada Limitée, Denison Mines Limited, Interuranium Canada Ltd., Minatco Limitée, PNC Exploration (Canada) Co. Ltd., Explorations et Mines Uranerz Limitée et Urangesellschaft Canada Limited. [* Dans la plupart des cas, les sociétés ont indiqué des dépenses totales d'une coentreprise, ainsi les contributions d'autres partenaires sont incluses dans le total des 59 millions de dollars.]

Sept de ces dix sociétés sont des entreprises sous contrôle étranger. Cinq d'entre elles sont appuyées, directement ou indirectement, par leur gouvernement national dans leurs travaux d'exploration d'uranium.

Grâce au questionnaire de 1989 du GERU, il a été possible de prendre connaissance des programmes d'exploration de presque toutes les sociétés et coentreprises oeuvrant activement dans le domaine de l'uranium au pays : 34 entreprises participent à 54 projets d'exploration active dirigés par 14 exploitants. Au tableau 11, on trouve un bilan des activités d'exploration d'uranium en cours au Canada. [7]

Tableau 11. **Travaux d'exploration d'uranium au Canada, de 1976 à 1988***

An	Dépenses[a] (M $)[b]	Forage[c] total-(km)	Projets 1 M $[d]
1976	44	155	4
1978	90	334	7
1980	128	503	24
1982	71	247	13
1984	35	197	12
1986	33	162	11
1987	37	164	12
1988	59	201	11

**Voir l'annexe 1 pour de plus amples renseignements sur les activités d'exploration.*

[a] *Dépenses directement liées à l'exploration et au forage.*

[b] *Dollars courants (année visée).*

[c] *Forages d'exploration et de mise en valeur en surface; à l'exclusion des forages de mise en valeur sur des concessions exploitées.*

[d] *Nombre de projets dont les dépenses totales dépassent un million de dollars.*

La figure 10 illustre la tendance de la participation des entreprises dans l'exploration d'uranium au pays. Les sociétés étrangères représentent entre la moitié et les deux tiers de l'ensemble des dépenses engagées à ce chapitre au Canada au cours des années 1980. Bien que la participation étrangère à l'exploration d'uranium au Canada soit élevée, la participation des entreprises américaines diminue depuis 1984, et en 1988, celle-ci représentait moins de 2 % des dépenses totales.

Le dernier " Livre rouge " de l'AEN-AIEA [8] montre que les parts du Canada et de l'Australie pour ce qui est des dépenses totales d'exploration d'uranium du monde occidental sont constantes depuis 1984, mais que les dépenses américaines sont à la baisse, la part américaine diminuant de moitié. Cependant, les dépenses de la France sont toujours élevées, et représentent plus de 40 % du total du monde occidental en 1986, marquant ainsi

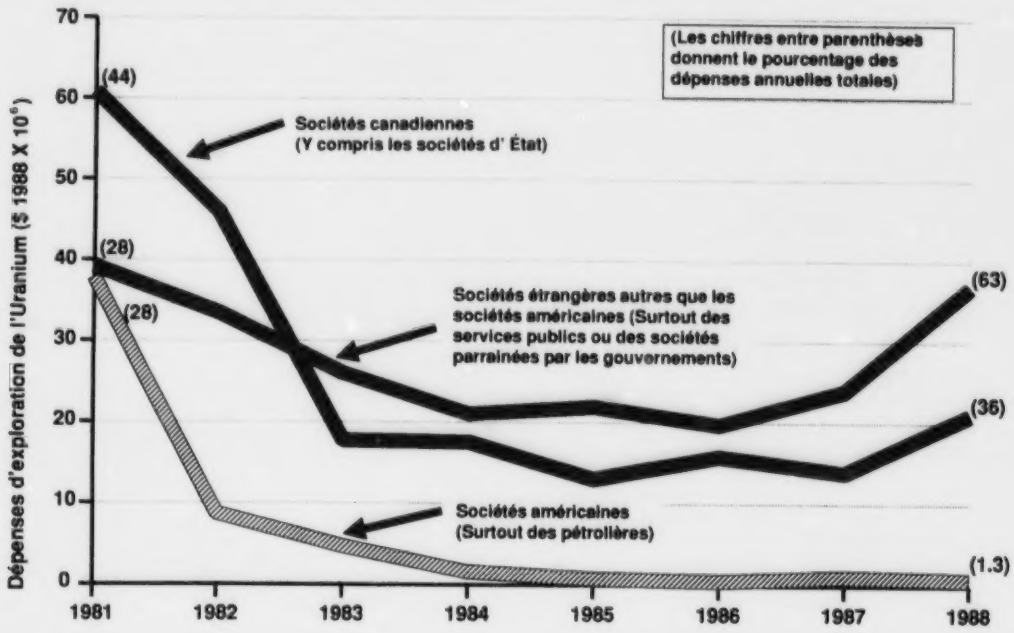
l'engagement de ce pays dans la puissance nucléaire et son désir de trouver des ressources uranifères intérieures.

En 1988, les travaux d'exploration d'uranium en Saskatchewan étaient concentrés dans le sud-est du bassin d'Athabasca, entre Key Lake et Cigar Lake, le long des failles de la pointe Eagle et de la baie Collins. Des travaux importants ont également eu lieu à Wolly Block, dans la formation de Carswell à l'ouest du bassin d'Athabasca, et à la limite ouest du bassin dans le nord de l'Alberta. Dans les Territoires du Nord-Ouest, les travaux d'exploration les plus importants ont été réalisés à la limite ouest du bassin de Thelon.

Plusieurs des programmes d'exploration sont fondés sur des modèles conceptuels génériques supposant une association des gîtes avec les discordance et les dômes granitiques.

Des analyses structurelles et lithologiques ont conduit à la découvert de minéralisations sur la concession de la rivière McArthur, entre Key Lake et Cigar Lake. Dans la région de la rivière Maybelle en Alberta, à la limite ouest du bassin d'Athabasca, on a découvert un nouveau champ contenant une minéralisation uranifère polymétallique associée à une discordance sous la formation d'Athabasca.

Figure 10 : *Tendances des dépenses engagées dans l'exploration d'uranium au Canada*



SOURCE : DUEN/EMR

B) Disponibilité de l'uranium

À long terme, la disponibilité de l'uranium dépendra d'un certain nombre de facteurs, dont les plus importants sont le maintien et l'accroissement de la demande et l'accès de tous les producteurs aux marchés mondiaux. Les gisements d'uranium connus et associés à certains centres de production existants pourront alimenter une production élevée bien après l'an 2000. De plus, certains centres éventuels de production pourraient contribuer à un accroissement de la production canadienne, si les conditions du marché justifiaient leur mise en valeur.

On trouve au tableau 12 un résumé de quatre scénarios de la capacité de production au-delà de l'an 2000, ce qui permet d'illustrer la gamme des possibilités de production à long terme. Les scénarios I et II ne sont qu'un prolongement des projections à court terme (fondées sur les centres de production existants) et détaillées dans la première partie du rapport, alors que les scénarios III et IV tiennent compte du potentiel des centres de production susceptibles d'être mis en valeur, selon les conditions du marché. Tous sont fondés sur des ressources d'uranium classées dans la catégorie de prix <<A + B>> (uranium récupérable à 150 $ kg U ou moins). Si l'on veut que la production dépasse les niveaux prévus, il faudra faire de nouvelles découvertes, ce qui exigerait d'importants travaux d'exploration et de mise en valeur.

Il importe de se rappeler que les travaux d'exploration d'uranium comportent de longs délais de démarrage et des risques particuliers. Il n'est pas rare de voir quinze ans s'écouler entre le début d'un programme d'exploration et la mise en production d'une découverte fructueuse. Ainsi les programmes d'exploration existants devraient mettre l'accent sur les besoins à long terme du Canada et ceux de ses partenaires commerciaux. Toute perte d'élan dans l'exploration pourrait nuire aux possibilités futures d'approvisionnement.

Tableau 12. **Projections sur la capacité théorique de production en fonction des gîtes connus au Canada**

Année	Uranium en tonnes contenu dans les concentrés			
	I	II	III	IV
1990	11 400	11 400	11 400	11 400
1995	10 000	11 600	11 200	16 300
2000	6 200	9 100	7 400	16 100
2005	3 900	5 400	5 100	12 400
2010	3 900	5 400	3 900	10 000
2015	3 000	4 600	3 000	6 900
2020	470	470	470	470
2025	470	470	470	470
2030	470	470	470	470

I *Centres de production existants, en fonction des ressources classées dans la catégorie de prix << A>>.*

II *Centres de production existants, en fonction des ressources classées dans la catégorie de prix <<A + B>>.*

III *Centres de production existants, prévus et envisagés, en fonction des ressources classées dans la catégorie de prix <<A>>.*

IV *Centres de production existants, prévus et envisagés, en fonction des ressources classées dans la catégorie de prix <<A + B>>.*

2. BESOINS

*A) Perspectives de croissance de l'énergie nucléaire dans le monde**

À long terme, les besoins en uranium du Canada seront fonction de la croissance de la puissance installée des centrales nucléaires canadiennes et de celles de ses partenaires commerciaux.

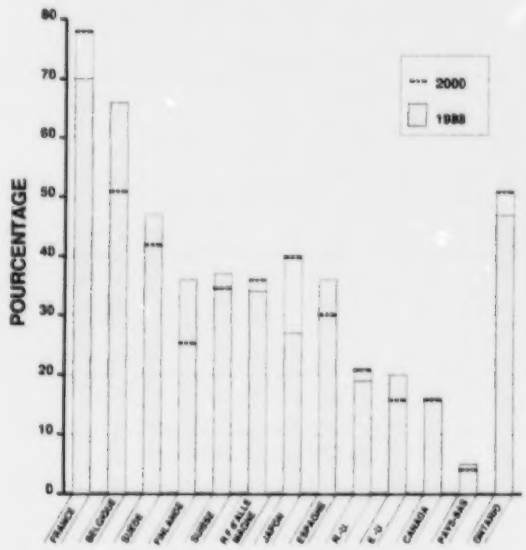
Au cours des dernières années, les prévisions de la capacité nucléaire installée ont été rajustées à la baisse, à cause de la concurrence du pétrole et du gaz, des efforts pour introduire dans de nombreux pays des mesures d'économie d'énergie et d'une opinion publique défavorable. Malgré tout, on prévoit toujours que l'apport de l'énergie nucléaire à la production mondiale d'électricité continuera d'augmenter à un rythme stable (voir figure 11). [9]

En l'an 2000, la capacité nucléaire installée au Canada atteindra probablement 16 000 MWe, nécessitant environ 2 100 tU/année. À ce moment-là, l'énergie nucléaire fournira environ 16 % de la production d'électricité du Canada et près de la moitié en Ontario.

Dans les pays du monde occidental, la capacité nucléaire installée (nette) est censée passer d'environ 275 000 MWe en 1989 à 600 000 ou 860 000 MWe par an d'ici l'an 2030. Le taux de croissance réelle est lié au taux de croissance économique et aux besoins en électricité, ainsi qu'au niveau de pénétration du marché de l'électricité par l'énergie nucléaire. Les besoins connexes en uranium pourraient passer de leur présent niveau annuel de 42 000 tU à 64 000 ou 109 000 tU d'ici l'an 2000. [10]

L'avenir de l'énergie nucléaire après l'an 2000 dépendra sans doute de décisions prises au cours de la prochaine décennie à l'égard de l'environnement. Il devient de plus en plus évident que les centrales nucléaires ne contribuent pas au réchauffement de la planète comme le font les combustibles fossiles.

Figure 11 : *Part du secteur nucléaire dans la production d'électricité : pays choisis, 1988 et 2000*



SOURCE : OCDE ET ONTARIO HYDRO

L'inquiétude grandissante à l'égard des émissions de CO_2 et d'autres gaz qui contribuent à l'effet de serre pourrait inciter à augmenter le nombre de centrales nucléaires et renverser les prévisions à la baisse relatives à la puissance nucléaire.

**Le terme " monde " utilisé dans le texte exclut l'URSS, l'Europe de l'Est et la République populaire de Chine.*

B) Exigences pour l'industrie productrice d'uranium

Le Canada est le premier producteur et exportateur d'uranium au monde (voir figure 7). De plus, il est parmi les chefs de file pour ce qui est des ressources estimatives en uranium dans chacune des catégories et il possède une part importante des réserves peu coûteuses et raisonnablement assurées du monde.

D'après la dernière évaluation des approvisionnements mondiaux en uranium de l'AEN-AIEA*, le Canada continuera d'être l'un des pays les plus prometteurs en termes de ressources supplémentaires en uranium. [8/10] Depuis plus de 40 ans, le Canada est un fournisseur fiable d'uranium sur les marchés mondiaux et le gouvernement du Canada s'est engagé à maintenir la position du pays. Étant donné sa capacité théorique de production et son potentiel de découvertes supplémentaires, il y a tout lieu de croire que le Canada continuera de jouer un rôle de premier plan sur le marché mondial de l'uranium tout en continuant de répondre à ses besoins internes.

**AEN : Agence pour l'énergie nucléaire, de l'Organisation de coopération et de développement économique (OCDE).*
AIEA : Agence internationale de l'énergie atomique.

LES ANNEXES

ANNEXE 1. STATISTIQUES SUR L'EXPLORATION D'URANIUM

A. Forages d'exploration et de mise en valeur en surface au Canada*, de 1981 à 1988

Province ou territoire	*1981*	*1982*	*1983*	*1984*	*1985*	*1986*	*1987*	*1988*
				(en milliers de mètres)				
Saskatchewan	300,7	213,5	120,5	165,8	164,4	153,9	153,2	184,2
Territoires du Nord-Ouest	22,6	21,5	17,6	17,1	17,2	3,9	5,5	9,6
Québec	18,5	12,4	13,4	14,1	1,7	0,0	0,0	0,0
Nouvelle-Écosse	9,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ontario	3,0	0,0	1,4	0,0	0,0	0,0	1,1	2,0
Nouveau-Brunswick	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Terre-Neuve	2,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Manitoba	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Alberta	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	4,3	4,2	5,9
Yukon	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Colombie-Britannique	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Non déterminé	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Totaux (arrondis)	**359**	**247**	**153**	**197**	**183**	**162**	**164**	**202**

* *Le forage d'exploration désigne le forage effectué à la recherche de nouveaux gîtes d'uranium ou le prolongement de dépôts connus; par ce terme, on entend aussi le forage effectué à l'emplacement de la découverte jusqu'au moment où la société juge qu'il y a suffisamment de réserves pour justifier une exploitation à des fins commerciales.*

Le forage de mise en valeur en surface désigne le forage effectué ultérieurement pour avoir une idée plus précise de l'étendue, de la teneur et de la configuration du gisement. Les forages de mise en valeur effectués sur des concessions en production ne sont pas inclus.

LES ANNEXES

ANNEXE 1. STATISTIQUES SUR L'EXPLORATION D'URANIUM

B. Dépenses engagées dans l'exploration de l'uranium au Canada*, de 1981 à 1988

Province ou territoire	*1981*	*1982*	*1983*	*1984*	*1985*	*1986*	*1987*	*1988*
				(en millions de $ CAN courants)				
Saskatchewan	60,8	47,9	27,3	24,8	23,5	28,9	32,7	50,1
Territoires du Nord-Ouest	23,6	13,2	7,3	6,4	6,2	2,5	2,7	6,5
Québec	8,8	8,4	5,6	3,3	1,0	0,05	0,0	0,0
Nouvelle-Écosse	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Terre-Neuve	1,6	0,3	0,4	0,4	0,3	0,0	0,05	0,0
Ontario	0,9	0,4	0,2	0,0	0,0	0,0	0,1	0,3
Nouveau-Brunswick	0,8	0,2	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Yukon	0,7	0,3	0,0	0,06	0,2	0,2	0,0	0,0
Manitoba	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Alberta	1,1	0,0	0,0	0,06	0,4	0,8	1,4	1,7
Colombie-Britannique	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,09
Non déterminé	0,5	0,0	0,0	0,06	0,2	0,07	0,1	0,0
Totaux (arrondis)	**102**	**71**	**41**	**35**	**32**	**33**	**37**	**59**

* *Dépenses consacrées à des forages d'exploration et de mise en valeur en surface et tout autre coût directement associé à des travaux de recherche d'uranium, à l'exception de l'acquisition des terrains. Les frais généraux qui ne sont pas directement liés à ces activités sont exclus.*

LES ANNEXES

ANNEXE 1 . STATISTIQUES SUR L'EXPLORATION D'URANIUM

C. Dépenses totales et répartition des levés radiométriques et géochimiques subventionnés par le gouvernement

Année	*Superficie répertoriée*		*Dépenses*[a]		
	Levés radiométriques	Levés géochimiques[b]	Levés radiométriques	Levés géochimiques	Total
	(km^2)		*(m$)*		
1975-1982*	2 116 000[c] 56 000[d]	1 323 000	10,084	10,597	20,681
1983	19 500[c] 22 500[d]	99 000	0,397	0,784	1,181
1984	75 500[c] 22 000[d]	96 000	0,616	0,647	1,263
1985	34 000[d]	160 400	0,640	1,138	1,778
1986	57 000[c] 25 500[d]	184 100	0,738	1,568	2,306
1987	15 500[d] 1 600[e]	143 000	0,450	1,854	2,304
1988	13 000[d] 6 500[e]	108 900	0,550	1,538	2,088
1989[f]	15 000[d] 5 000[e]	51 700	0,475	0,840	1,315
Total	**2 484 600**	**2 116 100**	**13,950**	**18,976**	**32,916**

[a] *En $ CAN pour l'année des levés, comprend le financement fédéral et provincial. Les dépenses gouvernementales sur les forages d'exploration sont nulles.*
[b] *Comprend les levés provinciaux effectués selon les normes nationales établies pour l'exploration géochimique préliminaire.*
[c] *Espacement de 5 km*
[d] *Espacement de 1 km*
[e] *Espacement de moins de un km*
[f] *Estimatif*
* *Données d'avant 1975 non indiquées*

Nota: Il est à remarquer que les levés ont été conçus, depuis leur création, pour aider à l'exploration minérale et à la cartographie géologique en général, outre leur application particulière dans le domaine de l'uranium.

LES ANNEXES

ANNEXE 2

DÉFINITIONS : TYPES DE RESSOURCES ET TERMINOLOGIE DE LA PRODUCTION

Dans son évaluation annuelle des ressources en uranium, le Groupe d'évaluation des ressources en uranium (GERU) regroupe ses estimations en cinq catégories distinctes qui représentent les différents seuils de confiance accordés aux quantités mentionnées. Ces catégories sont réparties en trois niveaux d'exploitabilité selon le prix de l'uranium en vigueur.

La terminologie et les définitions qui suivent, utilisées par le GERU, sont conformes à celles qu'utilise Énergie, Mines et Ressources Canada pour évaluer des ressources minérales noncombustibles et houillères.

Le minerai

Un *minerai* est une substance naturelle contenant des minéraux qui peut être récupérée par extraction minière et dont on peut tirer de façon rentable un ou plusieurs produits, en fonction de conditions précisées au moment de l'évaluation.

Les ressources mesurées

Les *ressources mesurées* se rapportent au minerai dont le tonnage est calculé en fonction des dimensions révélées par des affleurements, des tranchées, des mines ou des trous de forage et dont la teneur est définie au moyen d'un échantillonnage approprié. Les points d'inspection, d'échantillonnage et de mesurage sont si rapprochés et le caractère géologique tellement bien défini qu'il est facile de bien déterminer les dimensions, la forme et la teneur en minéraux. Le tonnage et la teneur doivent s'appliquer à des minerais récupérables par exploitation minière en tenant compte de la diminution de la teneur.

Les ressources indiquées

Les *ressources indiquées* se rapportent au minerai dont le tonnage et la teneur sont calculés en partie au moyen de mesures, de données de production ou d'échantillonnage précis, et en partie au moyen de projections, sur une distance raisonnable, fondée sur des faits géologiques. Les ouvertures ou les affleurements disponibles pour l'inspection, le mesurage et l'échantillonnage sont trop dispersés ou disposés d'une façon qui ne permet pas de délimiter entièrement le gisement ou d'établir la teneur de tout le minerai qu'il renferme.

Les ressources présumées

Les *ressources présumées* se rapportent au minerai dont l'évaluation quantitative est fondée en grande partie sur une connaissance générale des caractéristiques géologiques du gisement et pour lequel on dispose, lorsqu'il y en a, de peu d'échantillons et de mesures. On suppose l'existence d'une continuité ou d'une répétition, en se fondant sur des faits géologiques, et notamment sur la comparaison de gîtes de types semblables. Cette catégorie peut aussi englober les gisements entièrement masqués, mais dont l'existence peut être géologiquement

établie. En évaluant les ressources présumées en minerai, il faut circonscrire avec précision les zones où peut se trouver du minerai. Les limites de cette zone varient en fonction des caractéristiques et de la connaissance que l'on possède des gisements de minerai.

Les ressources pronostiquées

Les *ressources pronostiquées* se rapportent aux tonnages estimés au-delà des limites précises établies pour les ressources présumées en minerai. Elles peuvent comprendre les tonnages de parties de gisements déterminés ou de gisements périphériques masqués, dont on peut supposer l'existence le long des axes préférentiels bien établis associés à des gisements connus. Les attributs des ressources pronostiquées sont calculés, en règle générale, par extrapolation de gisements connus ou par quantification de données géologiques.

Les ressources spéculatives

Les *ressources spéculatives* se rapportent aux tonnages estimés dans des gisements que l'on croit exister en s'appuyant sur des données indirectes et des extrapolations géologiques dans des zones non explorées ou dans des zones présentant des indices. Ces ressources se comparent géologiquement aux ressources de gisements connus exploitables à des prix inférieurs aux niveaux donnés.

Les réserves

Les *réserves* se rapportent seulement aux ressources indiquées ou mesurées qui pourraient être exploitées aux prix du marché mondial, établis au moment de l'évaluation (égal à la case 1A de la figure A-1), à moins qu'un autre prix ne soit mentionné.

Ressources récupérables ajustées

Les *ressources récupérables ajustées* sont équivalentes, lorsqu'il s'agit d'évaluer si les ressources d'uranium canadiennes sont adéquates, à la somme des ressources des catégories mesurées, indiquées et présumées, pondérées par les facteurs 1,0, 0,8 et 0,7 respectivement, et récupérables du minerai exploitable à des prix de 150 $/kg U ou moins. Le terme a été créé pour surveiller si les ressources d'uranium canadiennes sont adéquates et n'inclut, comme tel, que les ressources des producteurs canadiens qui vendent de l'uranium.

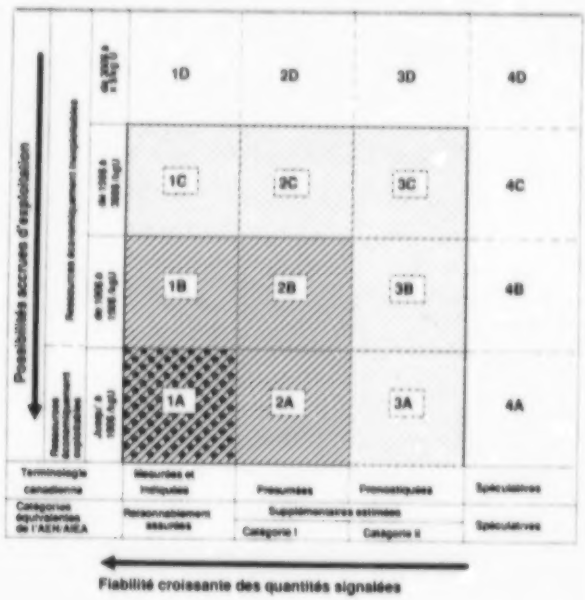
En ce qui concerne la catégorisation des réserves selon le niveau de prix (c'est-à-dire le niveau d'exploitabilité économique), les teneurs économiquement exploitables qui ont été choisies couvrent tous les coûts de production tout en tenant compte des pertes en cours de traitement et des coûts de capital nécessaires pour les opérations à terme. La différence entre les teneurs économiquement exploitables et la teneur moyenne des ressources de chaque gisement est alors utilisée afin de déterminer si l'écart est suffisant pour justifier certaines dépenses comme les impôts et les redevances, les frais généraux de l'administration centrale, les frais à terme des activités de forage et d'exploration et un taux acceptable de rendement du capital investi (c'est-à-dire les coûts associés à l'utilisation des capitaux). Si la différence entre les teneurs économiquement exploitables et la teneur moyenne est jugée suffisante, le tonnage est considéré comme exploitable à un prix inférieur à la limite déterminée.

LES ANNEXES

Sauf avis contraire, les estimations des ressources classées dans les catégories mesurées, indiquées et présumées se rapportent aux quantités d'uranium récupérable du minerai exploitable par opposition aux quantités d'uranium contenu dans le minerai exploitable ou à l'uranium contenu dans le minerai *in situ* (c'est-à-dire après déduction des pertes en cours d'extraction et de traitement). Dans le cas de la catégorie pronostiquée, les estimations représentent les quantités d'uranium contenu dans le minerai exploitable. Les estimations des ressources spéculatives désignent des quantités de minerai *in situ*.

Pour les besoins d'ordre national et international, les estimations canadiennes sont souvent données en fonction des définitions internationales des ressources en uranium utilisées par l'AEN et l'AIEA dans leurs évaluations biannuelles des ressources mondiales d'uranium. Les expressions *ressources raisonnablement assurées (RRA)* et *ressources supplémentaires estimées (RSE)* et leurs définitions ont été formulées pour la première fois en 1964 et elles continuent d'être utilisées, moyennant certains légers changements depuis ce temps. Il est intéressant de noter qu'en 1975, l'AEN-AIEA a modifié ses définitions des ressources en parlant de coût au lieu de prix, alors que le Canada a conservé la classification en fonction des prix*.

Figure A-1 : *Grille de classification des ressources en uranium récupérable*



SOURCE : AEN/AIEA ET EMR

A des fins de comparaison internationale, les trois catégories de prix du Canada peuvent être jugées équivalentes aux trois catégories de coûts de l'AEN-AIEA, de la plus faible à la plus élevée, c'est-à-dire que les trois catégories de coûts/prix sont illustrées en blocs identifiés par A, B et C respectivement, à la figure A-1.

LES ANNEXES

En 1978, l'AEN-AIEA a créé l'expression " *ressources spéculatives* ", ayant constaté que les évaluations ne portant que sur les RRA et les RSE donnaient une appréciation incomplète des ressources mondiales en uranium. Vers la fin de 1982, l'AEN-AIEA a redéfini la catégorie des *Ressources supplémentaires estimées (RSE)* afin d'établir une distinction entre les ressources supplémentaires " découvertes " et " non découvertes " qui sont censées se trouver en association avec des gisements connus. Il s'agit des *RSE de catégorie I (RSE I)* et des *RSE de catégorie II (RSE II)*.

Les définitions données par l'AEN-AIEA aux ressources sont indiquées ci-dessous et comportent quelques modifications mineures adoptées par l'AEN-AIEA en 1989. La figure A-1 établit le rapport entre ces définitions et celles qui sont utilisées par EMR pour son évaluation annuelle des ressources en uranium.

Ressources raisonnablement assurées (RRA)

Par *ressources raisonnablement assurées (RRA)*, on entend l'uranium qui se trouve dans des gisements de minerai connus, dont l'étendue délimitée, la teneur et la configuration sont telles qu'on pourrait, en fonction d'une fourchette de coûts de production donnés, le récupérer grâce aux techniques d'extraction et de traitement actuellement éprouvées. Les estimations de tonnage et de teneur sont fondées sur les données résultant d'échantillonnages spécifiques et sur une délimitation précise des dimensions du gisement, ainsi que sur la connaissance des caractéristiques de ce dernier. L'existence des ressources raisonnablement assurées présente un haut degré de certitude.

Ressources supplémentaires estimées - catégorie I (RSE -I)

Par *ressources supplémentaires estimées - catégorie I (RSE-I)*, on entend les quantités d'uranium s'ajoutant aux RRA, dont on suppose la présence, surtout en fonction des données géologiques directes, dans des prolongements de gisements bien explorés ou dans des gisements dans lesquels la continuité géologique a été établie mais pour lesquels des données spécifiques, y compris les mesures du gisement, et la connaissance des caractéristiques du gisement, sont considérées comme insuffisantes pour classer ces ressources en tant que RRA. Les estimations du tonnage, de la teneur et des coûts se fondent sur l'échantillonnage disponible, ainsi que sur les connaissances que l'on a des caractéristiques du gisement telles qu'elles ont été déterminées dans les parties les mieux connues de ce dernier ou dans des gisements analogues. Les estimations relatives à cette catégorie sont moins fiables que celles qui concernent les RRA.

Ressources supplémentaires estimées - catégorie II (RSE-II)

Par *ressources supplémentaires estimées - catégorie II (RSE-II)*, on entend les quantités d'uranium s'ajoutant aux RSE-I dont on prévoit l'existence dans des gisements pour lesquels les indications sont surtout indirectes et que l'on estime exister dans des formations ayant des caractéristiques bien définies ou dans des zones de minéralisation comportant des gisements connus. Les estimations du tonnage, de la teneur et des coûts de découverte, de la délimitation et de la récupération se fondent principalement sur la connaissance des caractéristiques de gisements connus analogues dans des formations ou zones respectives, ainsi que sur l'échantillonnage ou les données géologiques, géophysiques ou géochimiques pouvant être disponibles. Les estimations relatives à cette catégorie sont moins fiables que celles qui concernent les RSE-I.

LES ANNEXES

Ressources spéculatives (RS)

Par *ressources spéculatives (RS)*, on entend les quantités d'uranium venant s'ajouter aux RSE-II dont on présume l'existence principalement sur la base d'indications indirectes et d'extrapolations géologiques dans des gisements susceptibles d'être découverts à l'aide des techniques de prospection existantes. En général, l'emplacement des gisements de cette catégorie ne pourra pas être précisé davantage au-delà d'une région déterminée ou d'une formation géologique donnée. Comme le terme le sous-entend, l'existence et l'importance de telles ressources sont éminemment spéculatives.

L'AEN-AIEA souligne que les distinctions entre les catégories de ressources (RRA, RSE-I et RSE-II et RS) sont établies sur des niveaux différents de preuve géologique; ainsi faut-il considérer chaque catégorie de ressources comme une entité distincte. Il faut donc manier avec une grande prudence les estimations des ressources (par exemple, ne pas effectuer la somme des estimations des quatre catégories pour obtenir les ressources totales). Dans son évaluation de 1989, l'AEN-AIEA a adopté les deux termes géologiques suivants.

Venue uranifere

Une *venue uranifère* est une concentration naturelle mais irrégulière d'uranium.

Gisement d'uranium

Un *gisement d'uranium* est une masse naturelle de minerai d'uranium qu'il serait possible d'exploiter dans les conditions présentes ou à l'avenir.

Étant donné l'importance grandissante accordée aux projections de la capacité théorique de production pour illustrer le potentiel des approvisionnements en uranium, il a été nécessaire de fixer la terminologie utilisée dans ces prévisions. Dans son évaluation de décembre 1983 des approvisionnements mondiaux d'uranium, l'AEN-AIEA a employé les termes suivants, repris dans le présent rapport.

Centre de production

Par *centre de production*, on entend une unité de production composée d'une ou de plusieurs installations de traitement de minerai, d'une ou de plusieurs mines connexes et des ressources qui l'alimentent. Afin de décrire les centres de production, ceux-ci sont divisés en quatre catégories, c'est-à-dire :

A) **Les centres de production existants,** soit ceux actuellement en état de fonctionner et comprenant les installations qui sont fermées, mais qui pourraient être facilement mises en service.

B) **Les centres de production commandés,** soit ceux qui sont en construction ou dont la construction fait l'objet d'engagements à terme.

C) **Les centres de production prévus** sont discutés dans des études de faisabilité achevées ou en cours, mais pour la construction desquels aucun engagement n'a été pris. Cette catégorie comprend également les installations fermées dont la remise en service exigerait des dépenses notables.

D) **Les centres de production envisagés** sont ceux qui pourraient être alimentés par les RRA et les RSE-I, c'est-à-dire des " ressources connues ", mais pour la construction desquels aucun plan n'a encore été établi.

Capacité de production

L'expression *capacité de production* désigne le niveau de production nominal fondé sur la conception de l'usine et des installations au cours d'une période prolongée dans des conditions normales d'exploitation commerciale.

Capacité théorique de production

L'expression *capacité théorique de production* se rapporte à une estimation du taux de production qui pourrait être atteint de façon pratique et réaliste, moyennant des circontances favorables, à partir de l'usine et des installations ressortissants à n'importe quel type de centre de production décrit ci-dessus, compte tenu de la nature des ressources qui les alimentent. (Habituellement, les prévisions de la capacité théorique de production sont uniquement fondées sur les RRA et les RSE-I.)

LES ANNEXES

ANNEXE 3

LA POLITIQUE CANADIENNE SUR L'EXPORTATION DE L'URANIUM

La politique canadienne sur l'exportation de l'uranium a été conçue et modifiée au fil des années avec comme objectif premier de maintenir le Canada, à l'égard de ses partenaires commerciaux, dans son rôle de fournisseur à long terme, fiable et concurrentiel, tout en cherchant à obtenir pour le Canada le maximum d'avantages de la mise en valeur de ses ressources uranifères.

L'objectif politique prioritaire est de s'assurer que l'uranium canadien ne sera pas utilisé pour la fabrication de dispositifs d'explosion nucléaire. Dans le cas des États ne possédant aucune arme nucléaire, les ventes sont permises seulement aux pays qui se sont engagés d'une manière générale à la non-prolifération, soit en ayant signé le Traité international de non-prolifération, des armes nucléaires ou en ayant adopté un engagement équivalent, et qui, conséquemment ont accepté une inspection internationale de toutes leurs installations nucléaires par l'entremise de l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA).

L'uranium canadien peut être exporté seulement vers des États (les États non nucléaires et n'ayant pas d'armes nucléaires) qui ont accepté par un accord formel un nombre additionnel d'exigences telles que a) la garantie que le matériel, l'équipement et la technologie nucléaire fournis par le Canada ne seront pas utilisés à des fins d'explosion, b) le transfert à un tiers, c) l'utilisation d'uranium et de plutonium hautement enrichis provenant de matériel canadien, d) la sécurité physique et e) des garanties de réserve. Cette dernière exigence prendrait effet si les garanties de réserve de l'AIEA cessaient d'être en vigueur pour quelque raison que ce soit.

La politique d'exportation comporte des éléments qui cherchent à garantir des approvisionnements adéquats pour les besoins intérieurs, à fournir, aux Canadiens et Canadiennes, un rendement équitable sur les surplus à l'exportation, et à saisir toutes les occasions de traitement additionnel. Par exemple, les prix convenus dans les contrats d'exportation d'uranium doivent atteindre un juste équilibre entre les bénéfices et les risques et, en général, doivent se conformer avec ceux qui sont obtenus par les producteurs canadiens et internationaux d'uranium en vertu de contrats de durée similaire. Sauf exception, l'uranium doit être enrichi dans la mesure du possible au Canada avant l'exportation, en autant que les installations canadiennes de transformation en aient la capacité et qu'elles soient généralement concurrentielles.

Les exemptions aux exigences de traitement sont accordées dans les cas où les destinataires ont déjà des contrats de transformation indépendants et en bonne et due forme en date du 1er janvier 1980, et qui ne sauraient être résiliés sans de fâcheuses conséquences financières. Avec l'entrée en vigueur de l'Accord de libre-échange entre le Canada et les États-Unis, des exemptions seront également accordées dans le cas où l'uranium canadien sera raffiné et transformé aux États-Unis pour consommation réelle par un réacteur américain, ou dans les cas où l'uranium canadien sera raffiné, transformé et enrichi aux États-Unis avant son exportation vers un tiers.

Tous les contrats d'exportation d'uranium sont révisés par les instances fédérales afin de garantir leur conformité à l'esprit des objectifs de la politique d'exportation. Afin de pouvoir exporter de l'uranium en vertu d'un contrat dont on a constaté la conformité à ces objectifs, l'exportateur doit demander aux organismes de réglementation (au moment de l'exportation ou une fois par année lorsqu'il s'agit de contrats couvrant plusieurs années) de lui accorder la licence et le permis d'exportation qui sont requis.

Le processus de révision des contrats d'exportation d'uranium se déroule plutôt aisément et efficacement, et les politiques connexes sont appliquées d'une manière réaliste et pragmatique.

LES ANNEXES

ANNEXE 4

PARTICIPATION ÉTRANGÈRE DANS LE SECTEUR DE L'EXPLOITATION DE L'URANIUM

En décembre 1987, le Ministre d'État aux Forêts et aux Mines du Canada annonçait une nouvelle politique sur la participation de non-résidants dans le secteur de l'exploitation de l'uranium. La nouvelle politique est conçue pour encourager l'investissement dans l'industrie de l'uranium au Canada, et pour promouvoir le développement économique, les exportations et la création d'emplois pour les Canadiens et Canadiennes. Elle assure une grande flexibilité aux investisseurs canadiens et étrangers, et devrait grandement faciliter les efforts de ceux qui s'intéressent au financement de la mise en valeur des récentes découvertes d'uranium canadien.

Un niveau de participation canadienne de 51 % est l'objectif principal de la nouvelle politique dans une concession uranifère individuelle lorsque la production débute. Cependant, des niveaux de participation canadienne moins élevés devraient être permis s'il est évident que le contrôle est canadien. Des exemptions à la politique seront envisagées et devront obtenir l'approbation du Cabinet, seulement dans les cas où des partenaires canadiens sont introuvables. Ces nouveaux critères sont considérablement plus libéraux que ceux de la politique précédente. La participation étrangère à l'industrie canadienne de l'uranium au niveau de l'exploration ne fait toujours pas l'objet de restrictions.

ANNEXE 5

FACTEURS DE CONVERSION ÉNERGÉTIQUE

Les demandes concernant les facteurs pour convertir des quantités d'uranium en unités communes d'énergie à des fins de comparaison avec d'autres sources d'énergie sont apparus à un rythme de plus en plus fréquent au cours des dernières années. Pour répondre à ces besoins, l'AEN-AIEA a mis au point de tels facteurs pour divers types de réacteurs et les a inclus dans son " Livre rouge " de 1988. Ces facteurs ont été utilisés, avec des facteurs de conversion standard et d'équivalence énergétique pour les combustibles fossiles, afin de mettre au point des équivalents d'énergie thermique utilisés dans l'élaboration de la figure 1. Les lecteurs pourront trouver utiles les facteurs présentés à la page suivante.

LES ANNEXES

FACTEURS DE CONVERSION ÉNERGÉTIQUE

1 tU utilisée pour un cycle de combustible à passage unique d'un réacteur Candu = $0{,}691 \times 10^{15}$ joules
ou
1 tU utilisée pour le cycle de combustible à passage unique d'un REO/REP type = $0{,}45 \times 10^{15}$ joules

♦

10^{12} joules = 1 térajoule (TJ) = 23,885 tonnes d'équivalent-pétrole (TEP)
et
1×10^{6} TEP (MTEP) = 42 pétajoules (10^{15} joules)

♦

1 MTEP = 93 tU (dans un réacteur REO/REP type)
ou
1 MTEP = 61 tU (dans un réacteur Candu)
ou
1 MTEP = 84 tU
(comme équivalent énergétique de la production d'uranium canadienne)
[suppose 85 % à l'exportation pour l'utilisation d'un REO/REP et 15 % pour l'usage intérieur]

♦

1 MTEP = $7{,}58 \times 10^{6}$ de barils de pétrole
1 MTEP = $1{,}111 \times 10^{9}$ m^3 de gaz naturel
1 MTEP = $1{,}5 \times 10^{6}$ tonnes de charbon gras
1 MTEP = $3{,}0 \times 10^{6}$ tonnes de charbon maigre

RÉFÉRENCES

1. *Williams, R. M.* et *Whillans, R.T.*, CANADIAN URANIUM DEVELOPMENTS, document présenté à un colloque sur l'uranium organisé par le United States Council for Energy Awareness, à Tucson (Arizona), le 26 septembre 1988.

2. *Smith, K.L.* et *Whillans, R.T.*, CANADIAN URANIUM UPDATE, document présenté à un colloque sur l'uranium organisé par le United States Council for Energy Awareness, à Santa Fe (Nouveau-Mexique), le 18 septembre 1989.

3. L'URANIUM AU CANADA : ÉVALUATION EN 1986 DE L'OFFRE ET DES BESOINS, Énergie, Mines et Ressources Canada, rapport EP 87-3F, septembre 1987.

4. *Whillans, R.T.*, URANIUM, compte rendu de l'industrie de l'uranium au Canada en 1988), Canadian Mining Journal, mars 1989.

5. *Ruzicka, V.*, CONCEPTUAL GENETIC MODELS FOR IMPORTANT TYPES OF URANIUM DEPOSITS AND AREAS FAVOURABLE FOR THEIR OCCURRENCE IN CANADA, AIEA, document technique - 500, pp. 49 à 79, 1989.

6. *Bell, R.T.*, A CONCEPTUAL MODEL FOR DEVELOPMENT OF MEGABRECCIAS AND ASSOCIATED MINERAL DEPOSITS IN WERNECKE MOUNTAINS, CANADA, COPPERBELT, ZAIRE AND FLINDERS RANGE, AUSTRALIA, AIEA, document technique - 500, pp. 149 à 170, 1989.

7. *Cranstone, D.A.* et *Whillans, R.T.*, AN ANALYSIS OF URANIUM DISCOVERY COSTS IN CANADA, 1930-1983, délais de découverte, dépenses d'exploration, coûts de découverte et types géologiques des gisements, AIEA - document technique - 500, pp. 29 à 48, 1989.

8. AEN/AIEA URANIUM - RESSOURCES, PRODUCTION ET DEMANDE, [Le Livre rouge], (et mises à jour ultérieures), OCDE, Paris, 1988.

9. DONNÉES SUR L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE, [Le Livre brun], OCDE, Paris, 1989.

10. AEN/AIEA URANIUM - RESSOURCES, PRODUCTION ET DEMANDE, OCDE, Paris, 1989 [sous presse].

Nota : Les documents de l'OCDE et de l'AIEA sont distribués au Canada par la :

Librairie Renouf Limitée
61, rue Sparks
Ottawa (Ontario)
K1P 5A6
Tél. : (613) 238-8985

Énergie, Mines et Ressources Canada
Energy, Mines and Resources Canada

Canada